

Big datan hyödyntäminen kaupunkisuunnittelussa

Alpo Turunen

790351A

LuK-tutkielma

Maantieteen
tutkimusyksikkö

Oulun yliopisto

22.4.2019

TIIVISTELMÄ

Tässä kandidaatintyössä käsitellään big datan ja kaupunkisuunnittelun yhteyttä. Big dataa itsessään, sekä sen mahdollisuuksia ja uhkia kaupunkisuunnittelussa. Big datan hyödyntäminen kaupunkisuunnittelussa on kasvava trendi ja tulevaisuudessa rutiinia. Termi big data on melko tuore ja siitä on puhuttu vasta noin 10 vuotta. Usein big data käsitetään kolmen v:n määritelmän kautta, mutta lyhyesti sanottuna se on dataa, joka ei mahdu Excel-tiedostoon. Datan määrä kasvaa vuosittain yli 40 prosenttia digitaalisten laitteiden lisääntyessä. Merkittävimmät big datan lähteet kaupungeille ovat älypuhelisten tuottama sijaintitieto, julkisen liikenteen älykorttitiedot, sosiaalisen median ja hakukoneiden data, sensoreiden ja antureiden tuottama data, sekä eri lähteiden yhdistely.

Big data on yksi älykaupunkien rakennusaineista ja se muuttaa kaupunkisuunnittelua merkittävästi, sillä kaupungit haluavat tehostaa toimintojaan ja olla entistä kilpailukykyisempiä. Big datan avulla päätöksentekoa on mahdollista muuttaa entistä nopeammaksi ja tehokkaammaksi, sekä big datan avulla on mahdollista osallistaa laajempi ihmisjoukko vaikuttamaan siihen. Lisäksi big data on tuonut uusia mahdollisuuksia päätösten simulointiin ja arviointiin. Konkreettisemmin big dataa on hyödynnetty muun muassa maankäytön ja liikenteen suunnittelussa.

Aiheen tuoreuden takia kaikkia mahdollisuuksia ei ole vielä löydetty ja ala tulee kehittymään nopeasti lähivuosina. Kuitenkin myös riskejä ja haasteita on paljon. Oleellisimpia ongelmia ovat big datan saatavuus, laatu ja koulutuksen puute. Myös yksityisyys, tietoturva ja liian datavetoinen päätöksenteko herättävät huolia.

Sisällys

1.0 JOHDANTO	4
2.0 MÄÄRITELMÄT.....	7
2.1 Big data	7
2.2 Kaupunkisuunnittelu	9
2.3 Älykaupunki	9
3.0 KAUPUNKIEN BIG DATAN LÄHTEET	10
4.0 BIG DATAN MAHDOLLISUUDET	11
4.1 Reaaliaikainen päätöksenteko.....	12
4.2 Laajempi osallistaminen päätöksentekoon ja päätösten arviointi.....	13
4.3 Big data päätösten simuloinnissa	14
4.4 Esimerkki: Big data liikennesuunnittelussa	14
4.5 Esimerkki: Big data maankäytön suunnittelussa	15
5.0 RISKIT JA HAASTEET	16
5.1 Datan saatavuus	16
5.2 Datan luotettavuus	17
5.3 Koulutuksen puute	18
5.4 Yksityisyydensuoja ja tietoturva.....	19
5.5 Muut haasteet.....	19
6.0 POHDINTA	20
6.1 Pohdinta.....	20
6.2 Kirjallisuuden rajoitteet ja jatkotutkimus	22
LÄHTEET	23

1.0 JOHDANTO

Kun Wikipediaan kirjoittaa megatrendi, se tarjoaa siitä kaksi esimerkkiä: kaupungistuminen ja digitalisaatio. Maailma on viime vuosina urbanisoitunut todella nopeasti. Raja meni rikki vuonna 2008, jolloin yli puolet maailman ihmisistä asui kaupungeissa (Charbonneau 2008), eikä muuttoliike ole laantumassa. Yhtä lailla maailma digitalisoituu ja datamäärät kasvavat eksponentiaalisesti. Mitä tapahtuu, kun nämä kaksi megatrendiä yhdistetään?

Tässä kandidaatintyössä käsittelen kahta puolta molemmista megatrendeistä, eli kaupunkisuunnittelun ja alati kasvavien datamassojen eli niin sanotun big datan yhteyttä. Pyrin työssäni vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

- 1) Mitä on big data ja mitä se merkitsee kaupungeille?
- 2) Miten sitä hyödynnetään ja voitaisiin hyödyntää kaupunkisuunnittelussa?
- 3) Mitä uhkia tai haasteita sen hyödyntämisessä on?

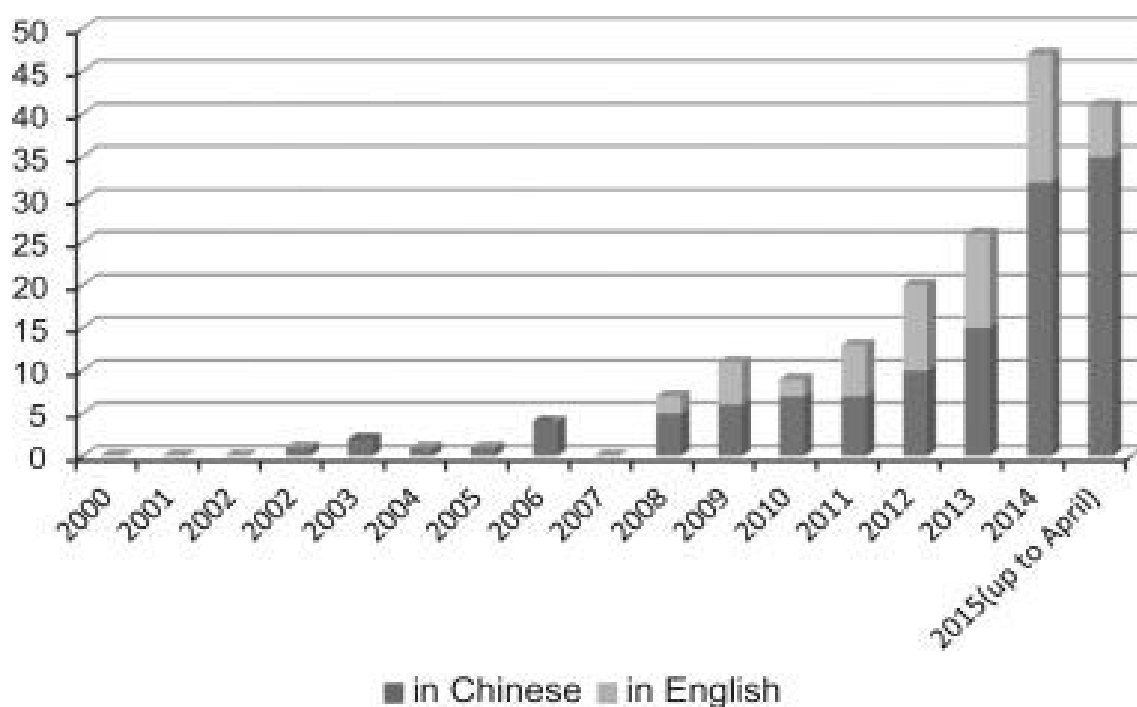
Tutkimuskysymyksien tarkastelu pohjautuu kirjallisuuskatsaukseen. Pääasiassa analysoin eri tutkijoiden ja asiantuntijoiden tuottamia tekstejä, joihin olen päässyt käsiksi muutaman eri tieteellisen hakukoneen kautta. Hyödynnän lisäksi muutamia valtioneuvoston tuottamia julkaisuja, sekä muita yksittäisiä lähteitä, kuten sanomalehtiä.

Kriteerejäni aiheen valinnalle on kolme. Ensimmäinen ja tärkein niistä on aiheen ajankohtaisuus. Big datasta puhutaan nykyään yhä enemmän ja se on melko tuore aihe. Termin historian voi määrittää alkaneen vasta 2000-luvun loppupuolella, kun big data -termiä käytettiin ensimmäisiä kertoja erilaisissa julkaisuissa, kuten Wired-tekniologialehdessä (Purhonen & Toikka 2016: 6). Nykyään big datasta puhutaan todella monissa eri yhteyksissä ja eri alalla. Termin käyttö onkin kasvanut räjähdysmäisesti. Esimerkiksi oman empiirisen havaintoni perusteella Scopus-tietokannasta löytyy vain muutamia osumia hakusanalle ”big data” ennen vuotta 2012. Tämän jälkeen osumien määrä on kasvanut joka vuosi. Neljä vuotta myöhemmin eli vuonna 2016 osumia oli jo yli 16 tuhatta.

Toinen kriteerini on aiheen ”tuntemattomuus” Suomessa. Vaikka innostus big datan ympärillä kasvaa koko ajan myös Suomessa, sen yhteydestä kaupunkisuunnitteluun on puhuttu vain vähän suomenkielisessä kirjallisuudessa. Älykaupungeista ja big datasta puhutaan, mutta älykkään kaupunkisuunnittelun puoli on jäänyt varjoon keskustelussa, todennäköisesti aiheen tuoreuden vuoksi. Esimerkiksi Suomen big data -strategia aihetta sivutaan vain muutamalla lauseella ja yhdellä tutkimusesimerkillä (Big data - strategia 2013: 24). Hieman laajemmin asiaa käsittelee kuitenkin Ylén tutkimusryhmineen valtioneuvoston kanslian julkaisussa: ”Vaikutusten arvioinnin tehostaminen automaattisen tiedonhankinnan ja data-analytiikan avulla.” vuodelta 2018. Heidän julkaisussaan käsitellään big datan vaikutuksia, hyötyjä ja haasteita laajemmin (Ylén ym. 2018).

Suomeksi tästä aiheesta ei tekstejä hirveästi löydy, mutta englantikaan ei ole monopoliasemassa. Tutkimuksista suurin osa on yllättäen kiinankielellä. Kiinalaiset tutkijat Hao, Zhu ja Zhong (2015) havainnollistivat hyvin englannin ja kiinankielen osuuksia tutkimuskirjallisuudessa. He hakivat tietokannoista julkaisuja erilaisilla aiheeseen liittyvillä hakusanoilla molemmilla kielillä. Heidän tuloksistaan käy selkeästi ilmi kiinankielisten tutkimuksien hallitseva asema kirjallisuudessa, sekä aiheen suosion kasvu vuoteen 2015 mennessä (kuva 1).

Väitän, että kiinankielen hallitseva asema tutkimuskirjallisuudessa johtuu muun muassa Kiinan suuresta muuttoliikkeestä maaseudulta kaupunkeihin, sekä maan teknologiapainotteisista tulevaisuudenstrategioista. Kiina on panostanut valtavasti teknologiaan ja tieteeseen. Lisäksi Blomsterin mukaan Kiinassa yksityisyydensuoja on heikko, jolloin teknologiajäteillä on melko vapaat kädet kerätä dataa kiinalaisista (Blomster 2018).



Kuva 1. Ydinkirjallisuuden vaihtelu vuodesta 2000 vuoteen 2015 (Hao, Zhu & Zhong 2015: 94).

Kolmas kriteerini aiheen valinnalle on oma henkilökohtainen kiinnostus. Sekä teknologia että kaupunkisuunnittelu ovat molemmat minulle mielenkiintoisia aiheita. Tämä aihe sitoo hyvin yhteen pääaineeni aluekehityksen ja -politiikan, sekä sivuaineeni tietojenkäsittelytieteen ja tilastotieteen. Lisäksi aihe liittyy erittäin vahvasti tulevaan maisterivaiheen suuntautumiseeni eli geoinformatiikkaan. Onkin mahdollista, että jatkaisin tämän kaltaisesta aiheesta myös Pro Gradu -tutkielmaan.

Tässä tutkielmassa johdannon jälkeisessä luvussa määrittelen big datan, älykaupungin ja kaupunkisuunnittelun. Kolmannessa luvussa avaan hieman, minkälaisia keinoja kaupungeilla on kerätä big dataa. Neljännessä luvussa pohdin erilaisia big datan tuomia mahdollisuuksia kaupunkisuunnittelun näkökulmasta. Viidennessä luvussa tarkastelen asian toista puolta, eli uhkia ja haasteita big datan hyödyntämisessä. Lopuksi tuon esille vielä oman pohdintani aiheeseen ja aiheen kirjallisuuteen..

2.0 MÄÄRITELMÄT

2.1 Big data

Big datasta käytetään myös termiä massadata tai iso data, mutta usein suomenkielisissäkin teksteissä puhutaan big datasta. Yhtä vakiintunutta määritelmää sille ei ole, sillä termi on todella tuore. Kuitenkin usein puhutaan kolmen v:n määritelmästä, jonka on esitellyt Doug Laney vuonna 2001 (Laney 2001).

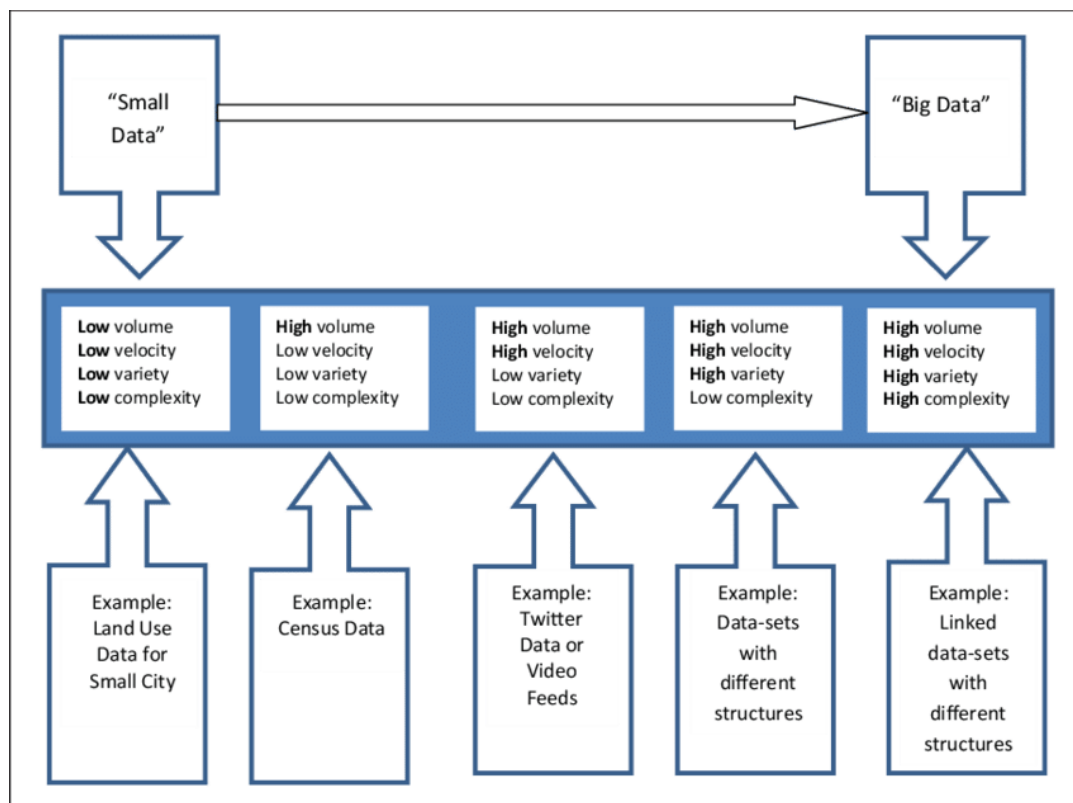
Ensimmäinen v (volume) tarkoittaa sen valtavaa määrää. Erilaista dataa on siis todella paljon, josta yksi hyvä esimerkki on Facebook, jolla on yli 2 miljardia käyttäjää. Lähes jokainen heistä tuottaa dataa hiirenklikkauksista statuspäivityksiin ja tykkäyksiin. Päivittäin Facebookiin ladataan yli 300 miljoonaa valokuvaa ja dataa prosessoidaan yli 500 teratavua (Chan 2012). McKinseyn globaalien instituutin mukaan datan määrä kasvaa maailmanlaajuisesti noin 40 %:n vuosivauhtia (Manyika ym. 2011: 16).

Toinen v kuvastaa datan prosessoinnin nopeutta (velocity), sillä data syntyy, muuttuu ja sitä voidaan käyttää nykyään todella nopeasti, jopa reaaliajassa (Toikka & Purhonen 2016: 9). Esimerkiksi YouTubeen ladataan joka minuutti yli 400 tuntia videoita (Schultz 2017). Nykyään tutkijoiden kyselytutkimukset ja kirkonkirjat eivät ole enää ainoa tapa hankkia dataa, vaan tilalle ovat tulleet esimerkiksi henkilökohtaiset älylaitteet ja internet, jolloin lähes kaikki ihmiset virkamiehistä yksittäisiin kaduntallaajiin ovat kytköksissä dataan (Boyd & Crawford 2012).

Viimeinen v tarkoittaa sen vaihtelevuutta (variety), sillä kaikki data ei tosiaan ole valmiiksi numeroitua Excel-dataa. Big data voidaan luokitella kolmeen luokkaan; strukturoituun dataan, puolistrukturoituun ja ei-strukturoituun (Gudivada ym. 2015: 21). Strukturoitu eli jäsennelty data tarkoittaa binaarista tai kvantitatiivista dataa, joka on valmiiksi taulukoitua. Strukturoimaton data sen sijaan on nopeimmin kasvava datan tyyppi, joka ei ole valmiiksi analysoitavassa muodossa. Esimerkkejä tästä ovat kuvat, videot, sensoridata, telemetriatiedot, dokumentit, lokit ja sähköpostitiedostot (Bakshi 2012: 1; Salas-Olmedo 2018: 1).

Monien määritelmien mukaan kolmen v:n määritelmään sopisi vielä muutama ylimääräinen v. Esimerkiksi Toikan ja Purhosen mukaan neljäs v (value), tarkoittaa arvoa, hyötyä tai voittoa. Heidän mukaansa datasta saatu rahallinen hyöty on loppukädessä sen mahdollistaja (Toikka & Purhonen 2016: 9). Viides v tarkoittaa datan laatua tai totuudenmukaisuutta (veracity), sillä data voi herättää kysymyksiä turvallisuudesta, yksityisyydestä, vastuusta tai tietojen alkuperästä (Gudivada ym. 2015: 22).

Mikäli kolmen (tai viiden) v:n määritelmä tuntuu liian monimutkaiselta, Michael Batty tarjoaa lyhyen ja ytimekkään määritelmän. Hän määrittelee big datan lyhyesti sellaiseksi dataksi, joka ei mahdu perinteiseen Excel-tiedostoon (Batty 2013: 274). Big dataa ei siis voi analysoida tai prosessoida perinteisillä analysointimenetelmillä, sillä datan määrä on yksinkertaisesti niin suuri (Misra ym. 2014 :1). Ainoa ongelma tässä määritelmässä on, että vuoden 2005 big data ei välttämättä ole enää big dataa vuonna 2015 koneiden laskentatehon kasvaessa. Suurikin data siis saattaa tulevaisuudessa mahtua Exceliin. Big datan ja normaalin datan ero onkin melko häilyvä, ja on Battyn määritelmän mukaan pitkälti suhteessa teknologiseen kehitykseen (Batty 2013: 274). Ohessa hyvä kuva selkeyttämään normaalin datan ja big datan eroa (kuva 2).



Kuva 2: Datan vaihtelu perinteisen ja big datan välillä (DeSouza & Jacob 2017: 5)

2.2 Kaupunkisuunnittelu

Tieteen termipankin mukaan kaupunkisuunnittelu on yhdyskuntasuunnittelun ja arkkitehtuurin osa-alue, joka keskittyy maankäytön, rakentamisen ja toimintojen suunnitteluun (Tieteen termipankki 2019). Kaupunkisuunnittelussa täytyy huomioida sen taloudelliset ja sosiaaliset vaikutukset (Fainstein 2016). Myös ekologiset, esteettiset ja rakennusten suojeluun liittyvät kysymykset ovat oleellisia (Mitä kaupunkisuunnittelu on? 2017). Kaupunkisuunnittelua voi ajatella prosessina, johon osallistuu monia eri toimijoita ja joka vaikuttaa moneen eri toimijaan (Tieteen termipankki 2019). Jokaisella toimijalla on luonnollisesti omat intressinsä, jolloin kaupunkisuunnittelu on pitkälti kompromissien löytämistä ja tekemistä.

Viime vuosina kaupunkisuunnittelu on ollut kovassa muutoksessa. Bedi argumentoi kirjassaan, että kaupunkisuunnittelun tähtäin on muuttunut kauniin kaupungin suunnittelusta mahdollisimman tehokkaaseen. Hänen mukaansa syy muutokseen on teknologinen kehitys ja globalisaatio. Maailma on pienentynyt, joten kaupunkien täytyy kilpailla entistä kovemmin toisiaan vastaan säilyttääkseen elinvoimaisuutensa (Bedi 2016: 25-27).

2.3 Älykaupunki

Kaupunkisuunnittelun ja big datan yhteydestä monelle tulee ensimmäisenä mieleen älykkäät kaupungit (smart cities). Termi älykaupunki on vahvasti kytköksissä big dataan, sillä big data on yksi älykkäiden kaupunkien tärkeimmistä rakennusaineista. Big datan hyödyntäminen ei kuitenkaan yksin luo älykaupunkia. Muita oleellisia rakennusaineita älykaupungeille ovat resurssiviisaus, monipuoliset mittarit, asioiden internet, automaatio, sekä avoin data (Älykäs kaupunki... 2014). Termiä älykaupunki ei voi siis jättää huomioitta, kun puhutaan kaupunkisuunnittelun ja big datan yhteydestä.

Big datan tavoin yhtä vakiintunutta määritelmää ei älykaupungille löydy, sillä termi on melko tuore (Zanella ym. 2014). Kuitenkin monissa määritelmissä toistuvat samat teemat, kuten tieto- ja viestintäteknologia, sekä asukkaiden elämänlaadun parantaminen.

Esimerkiksi Ramaprasad, Sánchez-Ortiz ja Syn tiivistävät älykaupungin kaupungiksi, jolla on kyky hallita viestintäteknologian avulla tehokkaasti resursseja ja informaatiota asukkaiden elämänlaadun parantamiseksi (Ramaprasad ym. 2017). Älykkään kaupunkisuunnittelun lisäksi älykaupungeissa on monia muitakin osa-alueita, kuten älykäs terveydenhuolto, energia, logistiikka, turvallisuus, ympäristö, koulutus ja hallinto (Nuaimi 2015: 7). Tässä tekstissä käsitellään kuitenkin vain kaupunkisuunnittelua.

Esimerkkejä älykkäistä kaupungeista ei ole hankala löytää, sillä yhä useammat kaupungit ja alueet ovat alkaneet kutsuaan itseään älykkäiksi. Monet kaupungit haluavat tehostaa toimintaansa hyödyntämällä tieto- ja viestintäteknologiaa sekä dataa. Suomessakin älykaupunkeja on useita, kuten Oulu, Tampere, Helsinki, Espoo, Jyväskylä, Turku, Kotka, Mikkeli, Sipoo ja Orimattila (Älykäs kaupunki... 2014: 26-28).

3.0 KAUPUNKIEN BIG DATAN LÄHTEET

Viime vuosina big datan hyödyntäminen on tullut mahdolliseksi yhä useammalle organisaatiolle. Kovalevyjen ja muistin hinta on laskenut, sekä tietokoneiden tehokkuus parantunut, jolloin myös big datan käyttö ja kerääminen on kasvanut. Myös big datan analysointisovellukset ovat yleistyneet (Samarajiva ym. 2015: 43). Tässä luvussa puhutaan big datan hankinnasta ja sen eri lähteistä. Kokonaisuudessaan erilaisia keinoja hankkia dataa on lukemattomia. Tässä luvussa käsitellään kuitenkin vain älykaupunkien keinoja.

Kaupunkisuunnittelussa erityisen hyödyllistä on paikkaan ja aikaan sidoksissa oleva spatiaalistemporaalinen data, jota Yun, Shin ja Ahnin mukaan on noin 60 prosenttia kaikesta big datasta (2016). Yksi yleisimmistä kaupunkisuunnittelussa käytetyistä datatyypeistä on peräisin teleoperaattoreilta, sillä lähes kaikilla ihmisillä on puhelin (Samarajiva ym. 2015: 43). Tyypillisesti tällainen älypuhelindata sisältää anonymin henkilö- ja tukiasematunnisteen, sekä niihin kytköksissä olevaa sijaintitietoa, joka kertoo missä kukin anonymi ihminen liikkuu suhteessa tukiasemiin. Etuna älypuhelindatasta on sen laaja kattavuus ja tarkkuus, sillä melkein kaikilla on verkkoon kytköksissä oleva puhelin (Hao, Zhu & Zhong 2015: 97-98).

Normaalit ihmiset tuottavat usein big dataa myös muunlaisilla tavoilla. Monet sosiaalisen median palvelut tuottavat paljon paikkamerkittyä dataa ja osa näistä palveluista jakaa dataansa tutkimuskäyttöön. Esimerkiksi Twitterin twiitit, Flickr-palvelun kuvat ja Google-haut ovat usein käytettyjä aineistoja tutkimuksissa. Lisäksi palveluissa jaetut kuvat ja twiitit voivat olla kytköksissä tiettyyn paikkaan. Flickr-palvelun kuvien avulla on tutkittu muun muassa turistien spatiaalistemporaalista liikehdintää eri kaupungeissa, kuten Florencessa, Roomassa ja New Yorkissa (Offenhuber & Ratti 2014).

Kaikkeen dataan ei kuitenkaan kaupunkisuunnittelijoilla ole pääsyä, joten kaupungit keräävät usein dataa myös itse. Kitchinin mukaan (2014) monet kaupunkien julkisista paikoista on jo nyt täytetty erilaisilla laitteilla ja antureilla, jotka keräävät dataa eri käyttötarkoituksiin ja ovat yhteydessä muihin laitteisiin internetin kautta. Esimerkkejä tällaisista esineiden internettiin liitetystä järjestelmästä ovat muun muassa automaattiset ovet, katulamput, lämmitys- ja turvallisuusjärjestelmät sekä moni muu ”älykäs” järjestelmä (Kitchin 2014: 5). Vuonna 2013 internettiin liitettyjä asioita oli 10 miljardia, mutta määrä tulee nousemaan yli 50 miljardiin vuoteen 2020 mennessä (Farber 2013).

Eivätkä datan keräyksen mahdollisuudet rajoitu älypuhelimien, sosiaaliseen mediaan tai esineiden ja asioiden internetiin. Monet kaupungit ovat vaihtaneet julkisen liikenteen anonyymit paperilipukkeet henkilökohtaisiin älykortteihin. Nämä älykortit sitten tallentavat tietokantoihin tietoa muun muassa demografista tietoa käyttäjästä, matkoista, kellonajoista, asemista ja hinnoista. (Kitchin 2014: 5; Hao, Zhu & Zhong 2015: 98). Muita yleisiä kaupunkisuunnittelussa hyödynnettäviä big datan lähteitä ovat kaukokartoitusdata, sekä erilaiset rekisteritiedot (French ym. 2014), sekä viimeisimpänä muttei vähäisimpänä kaikkien edellä mainittujen datatyyppeiden yhdistämisestä saadut datasetit, eli niin sanottu hybrididata (Ahmed 2018: 21).

4.0 BIG DATAN MAHDOLLISUUDET

Kaupunkisuunnittelu on muuttunut laajasti viime vuosikymmeninä. Kitchinin mukaan olemme datavallankumouksen alkuvaiheessa. Kaupunkisuunnittelu on muuttumassa

dataköyhästä suunnittelusta datarikkaaseen (Kitchin 2014). Yksi merkittävä vallankumoukseen vaikuttaja on big data, joka tarjoaa loputtoman määrän erilaisia applikaatioita kaupunkisuunnittelun tueksi (Ahmed 2018: 24). Jo nyt kirjallisuudessa esitellään erilaisia big datan käyttömahdollisuuksia kaupunkisuunnittelun tueksi. Kuitenkin on tarpeen huomauttaa, että big datan hyödyntäminen on vasta kehitysasteella (Hao, Zhu & Zhong 2015: 117). Erityisesti kaupunkisuunnittelu on todella kompleksinen asia, johon ei ole yhtä tyhjentävää tai objektiivista ratkaisua, edes big datan avustuksella (Ahmed 2018: 31).

Kuitenkin big data tarjoaa Kitchinin mukaan entistä sofistikoituneempaa, laajempaa ja tarkempaa reaaliaikaista ymmärrystä ja kontrollia kaupungista (Kitchin 2013: 3), jolloin kaupunkisuunnittelusta tulee entistä älykkäämpää, tehokkaampaa, tarkempaa, dynaamisempaa ja julkisempaa (Hao, Zhun & Zhong 2015: 112).

Tässä luvussa esitellään big datan tuomia mahdollisuuksia ja hyötyjä kaupunkisuunnittelun työkaluna. Aluksi pohditaan big datan vaikutusta kaupunkien päätöksentekoon. Toiseksi käsitellään ongelmien löytämistä ja simulointia big datan avulla. Kolmanneksi esitellään muutama oikean elämän esimerkki liikenteen ja maankäytön suunnittelun osalta.

4.1 Reaaliaikainen päätöksenteko

Big data on lyhentänyt päätöksenteon horisonttia lyhyemmäksi. Kitchinin mukaan monet kaupungit käyttävät nykyään reaaliaikaista big dataa apuna kaupunkien eri toimintojen hallintaan. Kaupunkitilat ovat nykyään täynnä erilaisia laitteita ja sensoreita, jotka ovat yhteydessä toisiinsa ja tuottavat jatkuvasti tietoa. Näitä ovat esimerkiksi valvontakamerat, kulkuportit metroissa, tutkat, liukuovet, valojärjestelmät, turvajärjestelmät, tukiasemat ja niin edelleen. Kun tietoa toiminnoista on saatavilla reaaliajassa, on mahdollista tarkastella, reagoida ja suunnitella erilaisia muutoksia todella nopeasti. Päätöksien ei enää tarvitse perustua pelkkiin huhupuheisiin, intuitioon tai osittaiseen näyttöön (Kitchin 2014: 7). Esimerkiksi kaikkea tietoa ei tarvitse kerätä hitailla kyselyillä, jos reaaliaikaista tietoa on saatavilla jatkuvasti. Pitkistä, jopa vuosia kestävästä päätöksentekoprosesseista

on pystytty siirtymään jopa reaaliaikaiseen päätöksentekoon (Batty 2013: 277). Big data -analyysit ovatkin nopeampia, tehokkaampia ja usein automatisoituja. Lisäksi reaaliaikaisia big data -analyysseja on mahdollista tehdä useammin, kuin perinteisiä kyselytutkimuksia (Samarajiva 2015: 45).

4.2 Laajempi osallistaminen päätöksentekoon ja päätösten arviointi

Kaupunkisuunnittelun päätökset usein koskevat todella laajaa kansanjoukkoa, jolloin monella ihmisellä on oma mielipiteensä asiasta. Tällöin kompromissien muodostaminen voi olla hankalaa. Chan ja Stowin mukaan perinteisesti kaupunkisuunnittelun yhteydessä järjestetyt kuulemistilaisuudet keräävät vain vähän ihmisiä ja antavat täten melko homogeenisen kuvan tapahtuvasta muutoksesta. Kuulemistilaisuuksiin verrattuna internetistä louhittava data mahdollistaa paljon laajemman yleisön mielipiteen ja reaktion huomioimisen, sekä nopeammin että halvemmalla (Cha & Stow 2015).

Esimerkiksi Twitteristä ja Google Trendistä saatava data laajentaa ja monipuolistaa tutkijoiden ja päätöksentekijöiden mahdollisuuksia hankkia tietoa. Varsinkin yhdistelemällä perinteisiä kyselyitä ja sosiaalisen median keskusteluja on mahdollista saada erittäin kattavan kuvan muutoksista. Myös ”piilotettuja” aiheita ja näkökulmia on mahdollista löytää (Big data -strategia 2013: 35), kun data kattaa laajan joukon ihmisiä työttömistä yksinhuoltajaaideista poliitikoihin (Cha & Stow 2015). Kokonaisuudessaan tällainen datan yhdistely heijastelee hyvin yhteiskunnallisia trendejä ja kehitystä, usein reaaliajassa (Ylén ym. 2018: 88).

Itse asiassa erilaiset big datan sovellutukset voivat tarjota alustan erittäinkin laajoille keskusteluryhmille, jolloin kansalaisten mielipiteet voidaan paremmin ottaa huomioon kompromisseja tehdessä (Hao, Zhu & Zhong 2015: 116-117). Samaa on pohtinut myös tekoälytutkija Timo Honkela kirjassaan *Rauhankone: tekoälytutkijan testamentti* (2017). Hänen mielestään tekoälyn avulla voi saavuttaa demokraattisen utopian. Demokraattisessa päätöksenteossa tai keskustelussa voisi olla yhtä aikaa mukana jopa miljardeja ihmisiä. Keskustelusta ja ajatuksista saisi silti tolkkua, kun tekoälysovellus järjestelisi, lajittelisi ja käsitteli valtavia datamääriä jokaiselle ihmiselle ymmärrettävään

muotoon omalle äidinkielelleen. Honkelan mukaan tällainen rauhankone edistäisi ihmisten välistä ymmärrystä, taltuttaisi tunnemyrskyjä ja edistäisi oikeudenmukaisuutta teknologian avulla. Puhdas demokratia voisi hänen mukaansa toimia vain teknologian avulla (Honkela 2017).

4.3 Big data päätösten simuloinnissa

Virheiden korjaaminen jälkikäteen on usein työlästä ja hankalaa, siispä erilaisia ratkaisuja olisi hyvä simuloida etukäteen, jotta haitat ja hyödyt saadaan selville mahdollisimman aikaisin. Haon, Zhun ja Zhongin mukaan paikkojen eri skenaarioiden simulointi ei vielä ole laajassa käytössä, mutta se voi tehdä läpimurron lähitulevaisuudessa. On esimerkiksi mahdollista simuloida ihmisten käyttäytymistä ja liikettä erilaissa tilanteissa big datan avulla (Hao, Zhun & Zhong 2015). Suomessa big datan avulla on simuloitu muun muassa länsimetron käyttöönoton vaikutuksia, sekä kaupunkikeskustojen elävyyden kehittymistä (Levä, Helsingin Sanomat 17.2.2019).

Simuloinnin avulla suunnittelijat voivat saada hyödyllistä tietoa suunnitelmiaan varten, sekä niiden optimointiin. Erilaisia skenaarioita on mahdollista vertailla tekemällä pieniä muutoksia algoritmeihin. Tällainen simulaatio voi vähentää kustannuksia ja lisätä suunnittelun tarkkuutta (Hao, Zhu & Zhong 2015: 113).

4.4 Esimerkki: Big data liikennesuunnittelussa

Liikennesuunnittelu on yksi yleisimmistä big datan käyttökohteista kaupungeilla, sillä tieto ihmisten liikkumisesta on erityisen hyödyllistä juuri liikennesuunnittelussa. Big data voi parantaa julkisen liikenteen sujuvuutta, vähentää ruuhkia, sekä parantaa liikenteen turvallisuutta (Ahmed 2018: 24).

Big dataa on sovellettu liikennesuunnitteluun myös käytännössä. Esimerkiksi Odawara ja Kawakami (2013) käyttivät tutkimuksessaan hyväkseen matkapuhelimien tuottamaa

sijaintitietoa Kashiwan kaupungissa Japanissa. Datan perusteella he huomasivat, että joissain kaupunginosissa asuu paljon ihmisiä, jotka liikkuvat päivittäin keskustaan töihin. Näissä kaupunginosissa on kuitenkin vain vähän bussireittejä, jotka kulkevat suoraan keskustaan ilman vaihtoja (Odawara & Kawakami 2013: 34). Entisten bussilinjojen optimoinnille, sekä täysin uusille reiteille olisi tutkimuksen mukaan kysyntää Kashiwan kaupungissa.

Toinen esimerkki löytyy Japanin naapurimaasta, Kiinasta. Siellä paikallinen tutkijaryhmä analysoi Shenzenin raideliikenteen tuottamaa dataa. Dataa kertyy jokaisesta matkasta, jossa matkustajat leimaavat itsensä sisään tai ulos junasta. Varsinkin Shenzenin kokoisesta kymmenen miljoonan asukkaan kaupungista dataa kertyy todella paljon. jolloin se antaa kattavan kuvan esimerkiksi ihmisten työmatkaliikkumisesta. Tämän datan avulla tutkijat selvittivät kaksi pääasiasia: kuinka onnistunut nykyinen raideliikenne on, ja kuinka sitä voisi parantaa tulevaisuudessa. Tavoitteena oli tehdä julkisesta liikenteestä mahdollisimman saavutettava, tehokas, helppo ja yhteensopiva muiden liikennemuotojen kanssa, sekä huomioida ruuhkahuiput (Peng, Yuan & Xu 2017).

4.5 Esimerkki: Big data maankäytön suunnittelussa

Liikennesuunnittelun ohella toinen merkittävä big datan käyttökohde on maankäytön suunnittelu. Big datan avulla on mahdollista tarkkailla maankäytön muutoksia lähes reaaliajassa. (Samarajiva 2015: 46).

Eräässä japanilaisessa tutkimuksessa pohdittiin maankäyttöä ja ihmisten elinympäristöä tutkimalla ihmisten liikettä Kashiwan kaupungissa Japanissa eri vuorokauden aikoina. Tutkijat hyödynsivät matkapuhelimien tuottamaa sijaintitietoa. Spatiaalitemporaalisen big datan avulla he huomasivat esimerkiksi, että viheralueet ovat jakautuneet kaupungissa melko epätasaisesti. Mikäli virkistys- ja viheralueita halutaan jakaa tasaisemmin eri asuinalueiden kesken, kannattaisi viheralueiden sijoittamisessa käyttää hyödyksi dataa ihmisten liikkumisesta päiväsaikaan kokonaisuutena sijasta. Öisin kun ei puistoja yhtä paljoa käytetä. (Odawara & Kawakami 2013: 34).

Toisen huomion he tekivät keskustan houkuttelevuudesta. Datan perusteella he huomasivat, että eri ihmisryhmät liikkuvat keskustassa eri aikoihin ja päivinä. Nuoret naiset esimerkiksi viihtyvät keskustassa suurimmilta osin viikonloppuisin ja vanhemmat naiset arkisin. (Odawara & Kawakami 2013: 35). Voisikohan keskustakokemusta muokata siis vastaamaan paremmin eri käyttäjäryhmien preferensseihin?

Myös muut tutkijat argumentoivat, että julkisten tilojen suunnittelun tulisi paremmin mukautua viikonpäivien ja vuorokaudenaikojen mukaan (Chai ym. 2014, Haon, Zhun & Zhongin mukaan 2015). Kun maankäytön suunnittelussa ja kaavoituksessa otetaan paremmin huomioon aikaulottuvuus, on mahdollista suunnitella esimerkiksi ympäristöystävällisempiä alueita.

5.0 RISKIT JA HAASTEET

Big data parhaimmillaan tuo paljon uutta monelle eri tieteenalalle, mutta se ei silti ole kaikkivoipaa. Usein ongelmana on datan saatavuus, käytettävyys ja luotettavuus. Myös yksityisyydensuoja, tietoturva, liiallinen nojautuminen dataan ja koulutuksen puute hidastavat muutosta. Ivanov ja Gnevanov (2018) argumentoivat, että kun suurimmista ongelmista ja haasteista päästään yli, alkaa big datan täysi hyödyntäminen (Ivanov & Gnevanov 2018). Tässä kappaleessa käsitellään muutamia oleellisia haasteita ja riskejä big datan hyödyntämisessä kaupunkisuunnittelun näkökulmassa.

5.1 Datan saatavuus

Usein ongelmana on oikeanlaisen datan puute (Ahmed 2018, Cheng ym. 2016: 1233). Ciscon mukaan vain 10 prosenttia kaikesta kerätystä big datasta on hyödyllistä (Cisco 2017: 23). Datan tulisi olla luotettavaa, järjesteltyä, oikeaa skaalaltaan ja koneluettavassa muodossa. Monia datakantoja ei ole edes päivitetty digitaaliseen muotoon. Toiseksi data

on nykyään arvokasta, eikä sitä useinkaan haluta jakaa muille ilman vastinetta (Ahmed 2018).

Kuitenkin usein datan jakamisesta voi olla myös hyötyä. Huanin mukaan julkisen sektorin yhteistyö yksityisten firmojen, kuten juuri teleoperaattorien tai sosiaalisen median palveluiden kanssa, voi olla erittäin hedelmällistä. Sekä yksityisellä, että julkisella puolella on usein sellaisia asiantuntijoita tai dataa, jota toisella puolella ei ole. Datan jakaminen tuottaisikin synergiaetuja ja entistä tehokkaampaa tukea päätöksentekoon molemmille osapuolille (Huan 2015). Myös Telian analytiikkatoiminnan johtajan Tapio Levän mukaan yhteistyön kehittyminen julkisen ja yksityisen puolen välillä on olennaista, sillä silloin saavutetaan suurin hyöty yhteiskunnalle. Tiedon hankinnasta koituvat kustannukset julkishallinnolle pitäisi hänen mukaansa nähdä investointeina, jotka maksavat itsensä takaisin moninkertaisesti hyvinvointivaikutuksina ja kustannussäästöinä (Levä, Helsingin Sanomat 17.2.2019).

Kolmanneksi haasteena on erilaisten tietolähteiden yhdistely. Esimerkiksi liikennettä voi mitata ja seurata monella eri tavalla. Pelkästään Suomen pääkaupunkiseudulla liikenteen seuraamisessa käytetään noin kahtakymmentä erilaista datalähdettä, kuten älypuhelin- ja navigaattoridataa. Kaikkien kahdenkymmenen datasetin yhdistäminen yhdeksi datasetiksi ja sen käsitteleminen ei ole helppoa (Älykäs kaupunki... 2014: 10).

Näiden haasteiden lisäksi datasettien siirtämisessä ja jakamisessa tulevat vastaan myös lait. Esimerkiksi henkilötietoja sisältäviä datasettejä ei välttämättä saa jakaa muille toimijoille (Nuaimi ym. 2015: 9), joka rajoittaa datan saatavuutta.

5.2 Datan luotettavuus

Vaikka data olisi saatavilla, se ei välttämättä ole luotettavaa. Data ei ole ikinä objektiivista, vaan se on lähes aina kerätty jotakin tiettyä tarkoitusta varten. Lisäksi se on aina jonkun rahoittamaa ja sitä on rajattu rahoituksen, resurssien, käytettävissä olevan tekniikan, ihmisten tietämyksen, eettisyyden, lain tai ihmisten mielipiteiden perusteella. Jotain jää aina ulos joko tarkoituksella, tai vahingossa (Kitchin 2013: 9).

Ahmedin mukaan big datan osalta tilanne voi olla kuitenkin hieman parempi, sillä se on usein kerätty automaattisesti koneiden, sensoreiden ja mobiililaitteiden avulla, eikä sillä välttämättä keräysvaiheessa ole vielä poliittista käyttötarkoitusta (Ahmed 2018: 53).

Lisäksi Boydin ja Crawfordin mukaan big dataa tulkittaessa kannattaa muistaa, mistä data on peräisin (Boyd & Crawford 2012). Erityisesti henkilöistä kerättävä data voi olla painottuneesti valikoitunutta (Big data -strategia 2013: 4). Esimerkiksi sosiaalisen median tai jonkun sovelluksen kautta hankittua dataa tuottavat vain ne ihmiset, joilla on pääsy kyseiseen palveluun. Monet vanhuksset esimerkiksi eivät käytä juurikaan sosiaalista mediaa. Joillakin ihmisillä voi olla monta eri tiliä tai joillakin tileillä voi olla monta eri käyttäjää. Pieni osa ihmisistä tekee suurimman osan sosiaalisen median päivityksistä (Boyd & Crawford 2012). Mikäli kaupunkisuunnittelussa sokeasti hyödynnetään esimerkiksi Twitterin tuottamaa big dataa, nojautuuko suunnitteluprosessi tällöin liikaa vain aktiivisiin somekäyttäjiin?

5.3 Koulutuksen puute

Yksi syy vähäiseen big datan hyödyntämiseen on koulutuksen puute. Koulutus uudistuu hitaasti verrattuna teknologian nopeaan kehitykseen, jolloin kaupunkisuunnittelijoiden tietojenkäsittelytaidot eivät useinkaan ole ajan hermoilla. Monien tutkijoiden mukaan useimmat kaupunkisuunnittelijat eivät ole tottuneita monimutkaiseen datankäsittelyyn tai -analyysiin, joita big datan hyödyntäminen tänä päivänä vaatii (French ym. 2014; Ahmed 2018). Usein kaupunkisuunnittelijoille tutut perinteiset ohjelmistot ja algoritmit on suunniteltu pienille dataseteille, eivätkä ne ole yhteensopivia suurien datamassojen kanssa (Bibri & Krogstie 2017: 454). Sen sijaan oleellisia tekniikoita olisivat esimerkiksi erilaiset ryhmittely- ja visualisointimenetelmät, sekä koneoppiminen (French ym. 2014; Ahmed 2018: 22).

Muutosta kouluttamattomuuteen on kumminkin luvassa ainakin Suomessa, sillä Suomen big data -strategia (2013) painottaa datatieteilijöiden koulutuksen kehittämistä kaikilla oppiasteilla. Vertikaalisen koulutuksen lisäksi strategia painottaa data-analytiikan ja datan ymmärtämisen koulutusta myös horisontaalisesti. Dataosaamisen tulisi näkyä

poikkitieteellisesti kauppatieteellisestä yhteiskunta- ja sosiaalitieteisiin. Tulevaisuudessa tarvitaan pelkän tietoteknisen osaamisen lisäksi myös monialaisten tiimien kykyä yhdistellä eri aloja ja asioita. Tällöin big datasta saa irti suurimman hyödyn. (Big data-strategia 2013: 10 & 38).

5.4 Yksityisyydensuoja ja tietoturva

Kun lähes kaikilla ihmisillä on dataa tuottava puhelin taskussaan, herää kysymys ihmisten yksityisyydestä. Kuinka paljon älylaitteet saavat kerätä ihmisestä tietoja tai kuinka paljon ihmisen liikkeitä saa seurata valvontakameroiden, sensoreiden tai GPS:n avulla? Kiina on venyttänyt yksityisyyden rajoja, sillä se on vienyt ja tulee viemään ihmisten seuraamisen äärimmilleen (Matikainen 2018). Toisaalta Kiina on myös maailman edelläkävijöitä big datan hyödyntämisessä kaupunkisuunnittelussa.

Euroopassa ja Suomessa tilanne on kuitenkin hieman toisenlainen. Euroopan Unionin uusi tietosuojalaki on vaikuttanut datankeräykseen merkittävästi, eikä yksittäisiä ihmisiä saa tunnistaa datasta (Grön 2017). Pelkkä henkilötietojen poisto big datasta ei kuitenkaan välttämättä riitä, jos henkilöt voi tunnistaa välillisesti (Big data- strategia 2013: 18).

Lisäksi mitä enemmän kaupunkien toiminta nojaa teknologiaan ja dataan, sitä alttiimpia kaupungit ovat viruksille, bugeille, kaatumisille ja tietoturvahyökkäyksille. Harva teknologinen ratkaisu on kovin pitkäikäinen, sillä uudet teknologiat korvaavat jatkuvasti vanhoja. Townsendin mielestä ainoa kysymys älykkäiden kaupunkien datapalvelimien kaatuessa tulee olemaan se, kuinka paljon vahinkoa se lopulta aiheuttaa (Townsend 2013).

5.5 Muut haasteet

Vaikka big data tarjoaa arvokkaita huomioita päätöksentekoon, päättäjien ja suunnittelijoiden pitää silti muistaa, ettei se huomioi kaikkia tarpeellisia näkökulmia (Desouza & Jacob 2017). Usein esimerkiksi arvo-, moraali- ja etiikkakysymykset jäävät

huomioimatta big data -analyysissä. On helppoa turvautua big datan tarjoamaan innostukseen ja unohtaa perinteisen datan merkitys. Molemmat ovat kuitenkin tarpeen, eivätkä sulje toisiaan pois (Boyd & Crawford, 2012).

Luonnollisesti big datan hyödyntämisessä ongelmana on myös sen liian suuri koko. Dataa voi syntyä niin nopeasti, ettei sitä voi siirtää muualle käsiteltäväksi. Monesti suurista dataseiteistä voi olla vaikea löytää oleellista tietoa (Big data – strategia 2013: 4). Kuten aiemmin todettu, suurissa datamassoissa vain 10 % on hyödyllistä dataa (Cisco 2017: 23). Toiseksi big datan käsittely vaatii hienostuneita ohjelmistoja ja tehokkaita tietokoneita. Isojen datasettien varastointi vaatii paljon tilaa ja niiden analysointi paljon laskentatehoa, johon perinteiset ohjelmistot, kuten ArcGIS, eivät kykene. Mitä enemmän dataa on, sitä raskaampaa sen käsittely on. (Cheng ym. 2016: 1233). Monissa tutkimuksissa puhutaan Hadoop -ohjelmistosta, joka on luotu raskaiden datamassojen käsittelyyn.

Kaikkien edellä mainittujen ongelmien lisäksi kysymyksiä herättävät myös tekijänoikeuksiin, datan omistajuuteen ja epäoikeudenmukaisuuteen liittyvät haasteet.

6.0 POHDINTA

6.1 Pohdinta

Tässä tutkielmassa pohdin big datan vaikutuksia kaupunkisuunnitteluun. Aluksi määrittelin big datan, kaupunkisuunnittelun sekä niihin vahvasti liittyvän älykaupungin. Tämän jälkeen pohdin kaupunkien datanhankintakeinoja ja käyttömahdollisuuksia, sekä lopuksi erilaisia haasteita ja uhkia.

Kuten aiemmin todettu, maailma kaupungistuu ja digitalisoituu jatkuvasti, joten on selvää, että big datan hyödyntäminen kaupunkisuunnittelussa tulee kasvamaan varmasti. Viime vuosina monet big datan sovellutukset kaupunkisuunnittelussa ovat olleet vasta pilottihankkeita. Hyödyntäminen on siis vasta kehitysasteella. Kiinassa big datan tuomiin hyötyihin on kuitenkin herätty aikaisemmin kuin muualla. Maalla on toisaalta erittäin hyvät edellytykset siihen, sillä Kiinassa dataa kerätään todella paljon. Kiinassa

valvontasysteemiä on kehitetty järjestelmällisesti viime vuosina. Kaikki saatavilla oleva tieto kerätään hallituksen tarpeisiin. Esimerkiksi sadat miljoonat valvontakamerat kasvojentunnistusominaisuuksilla varustettuina ovat herättäneet paljon kritiikkiä ja huolta yksityisyydestä.

Yksityisyyden katoaminen onkin ollut puheenaiheena nykyajan datavaltaisessa maailmassa. Huolta ovat herättäneet muun muassa Facebookin datankeräys ja jälleenmyynti, sekä erilaiset tietovuodot. Esimerkkejä on paljon Suomestakin, kuten tuoreimpien joukossa liikenneviraston tietovuoto vuonna 2019. Vastakkain ovat usein yksityisyydensuoja kaupunkien ja palveluiden datavetoinen kehitys. Onko kaupungeilla varaa jättäytyä pois big datan kehityksestä vai voiko esimerkiksi yksityisyydensuojasta huolehtimisesta tulla uusi valtti kaupungeille?

Tällä hetkellä näyttää siltä, että dataa kerätään, vaikkei sen käyttötarkoitusta edes vielä tiedetä. Tärkeintä on osata tulkita dataa ja löytää suuresta datamassasta pieni oleellinen kymmenys, joka on merkittävä. Datalla on arvoa ja siitä maksetaan suuria summia. Big data luo esimerkiksi pohjaa tekoälylle, jolla on käyttömahdollisuuksia loputtomasti. Itse uskon, että big data -lähtöinen kaupunkisuunnittelu tulee olemaan rutiinia myös Suomessa. Kuitenkin kilpailu kaupunkien välillä on kovaa, eikä keltasta haluta tippua konservatiivisuudella. Mielestäni vaarana onkin kaupunkien eriarvoistuminen. Pieniin kaupunkeihin verrattuna suuremmilla kaupungeilla on paljon suuremmat resurssit kerätä, käsitellä ja analysoida dataa, joka johtaa epätasaiseen kehitykseen.

Big datan voimaan luotetaan. On kuitenkin tärkeä muistaa, ettei sen pidä korvata kaikkia muita kaupunkisuunnittelun menetelmiä. Big data ei ole mikään itseisarvo. Loppujen lopuksi se tarjoaa vain erilaisia korrelaatioita ja ryhmittelyjä kylmästä datasta. Tällöin arvo- ja moraalikysymykset unohtuvat helposti, kun vastassa on big datan tuoma näyttö. Kumpi on vahvempi argumentti: kokeneen kaupunkisuunnittelijan mielipide, vai big datan mielipide? On helppoa perustella huonoja tai epäreiluja päätöksiä syyttämällä ”objektiivista” tietokonetta ja dataa.

6.2 Kirjallisuuden rajoitteet ja jatkotutkimus

Vaikka lähteet ovat pääosin luotettavia ja tuoreita, on tutkielmassa silti rajoitteita. Yksi oleellinen rajoite oli kielimuuri. Kuten alussa todettu, suurin osa aiheen kirjallisuudesta on kiinankielistä. Myös esimerkeistä monet olivat Kiinasta. Moni oleellinen esimerkki ja tutkimus jäi siis tämän käsittelyn ulkopuolelle.

Myös toinen oleellinen rajoite tuli ilmi. Ongelmana on, ettei selvää rajaa big datan ja perinteisen datan välillä ole. On mahdollista, että jossakin yhteyksissä kirjallisuudessa on puhuttu vain datasta, vaikka datan voisi sanoa olevan myös big dataa. Siispä osa oleellisesta lähdekirjallisuudesta on saattanut jäädä pois, jos niissä on puhuttu vain datasta big datan sijaan. Uskoisin, että osa tutkijoista ja kirjoittajista on halunnut pysyä yksinkertaisissa ja turvallisissa termeissä, jotka ovat muuttumattomia ajassa, toisin kuin spesifimpi big data.

Kolmas rajoite on aiheen tuoreus. Käytännön sovelluksia ja tutkimuksia tästä aiheesta on vasta noin kymmenen vuoden ajalta. Kaikkia mahdollisuuksia ei ole vielä kartoitettu, eikä teorioita ole ehtinyt muodostumaan. Esimerkiksi Oulun yliopistosta ei aiheeseen liittyviä kirjoja oikein löytynyt. Nykyinen kirjallisuus keskittyy melko paljon haasteiden ja riskien pohtimiseen big datan tuomien mahdollisuuksien sijaan. Potentiaalisia käyttömahdollisuuksia big datalla olisi varmasti paljon enemmän, kuin mitä kirjallisuus antaa ymmärtää. Uskon, että kun haasteet ja riskit on lähitulevaisuudessa tiedostettu ja ratkaistu, kirjallisuus ja teorialat aiheesta kehittyvät. Esimerkkitapauksia tulee varmasti olemaan enemmän myös Suomessa.

Jatkotutkimukselle olisi siis selkeä tarve. Mikäli jatkan tästä pro gradu – tutkielmaan, yksi vaihtoehto on ottaa mukaan myös kvalitatiivista tutkimusta. Olisi mielenkiintoista selvittää esimerkiksi oululaisten kaupunkisuunnittelijoiden näkökulmaa big dataan tai vaikkapa tekoälyyn. Ovatko he ymmärtäneet big datan tai tekoälyn tuomat mahdollisuudet? Millä tavoin dataa kerätään Oulussa ja osataanko sitä hyödyntää?

LÄHTEET

- Ahmed, N. (2018). Big Data and Urban Planning in Pakistan: A Case Study of The Urban Unit.
- Al Nuaimi, E. (2015). Applications of big data to smart cities. *Journal of Internet Services and Applications*, 6(1), pp. 1-15.
- Älykäs kaupunki – Smart City. Katsaus fiksuihin palveluihin ja mahdollisuuksiin. (2014). Liikenne- ja viestintäministeriö. Julkaisuja 12/2014.
<<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/77892?show=full>>. 13.5.2014
- Bakshi, K. (2012). Considerations for big data: Architecture and approach. In *2012 IEEE Aerospace Conference*, pp. 1-7.
- Batty, M. (2013). Big data, smart cities and city planning. *Dialogues in Human Geography*, 3(3), 274-279.
- Bedi, H. S. (2016). *Smart Urban and Rural Planning Techniques*. COPAL Publishing Group.
- Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2017). ICT of the new wave of computing for sustainable urban forms: Their big data and context-aware augmented typologies and design concepts. *Sustainable cities and society*, 32, 449-474.
- Big data – strategia. (2013). Liikenne- ja viestintäministeriö. Julkaisuja X/2013.
<<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-407-4>>. 22.4.2019.
- Blomster, H. (2018). Nouseeko Kiina teknologian huipulle? *Salkunrakentaja*. 16.2.2018. Luettu 22.4.2019.
- Boyd, D., & Crawford, K. (2012). Critical questions for big data: Provocations for a cultural, technological, and scholarly phenomenon. *Information, communication & society*, 15(5), 662-679.

- Chan, C. (2012). What Facebook Deals with Everyday: 2.7 Billion Likes, 300 Million Photos Uploaded and 500 Terabytes of Data. <<https://gizmodo.com/what-facebook-deals-with-everyday-2-7-billion-likes-3-5937143>>. Luettu 22.4.2019.
- Charbonneau, L. (2008). Half of world to live in cities by end '08. *Reuters*. 27.2.2008.
- Cheng, J., Gould, N., Han, L., & Jin, C. (2016). Big Data for urban studies: opportunities and challenges: a comparative perspective. In *2016 Intl IEEE Conferences on Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced and Trusted Computing, Scalable Computing and Communications, Cloud and Big Data Computing, Internet of People, and Smart World Congress (UIC/ATC/ScalCom/CBDCom/IoP/SmartWorld)* (pp. 1229-1234). IEEE.
- Cisco. (2018). Cisco Global Cloud Index: Forecast and Methodology, 2016-2021 (pp. 23-24). San Jose: Cisco Systems Inc.
<<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/global-cloud-index-gci/white-paper-c11-738085.pdf>>.
- Desouza, K. C., & Jacob, B. (2017). Big data in the public sector: Lessons for practitioners and scholars. *Administration & Society*, 49(7), 1043-1064.
- Fainstein, S. (2016). Urban planning. *Encyclopædia Britannica*.
<<https://www.britannica.com/topic/urban-planning>>. Luettu 16.4.2019.
- Farber, D. (2013). Counting the internet of things in real time.
<http://news.cnet.com/8301-11386_3-57596162-76/counting-the-internet-of-things-in-real-time>. Luettu 22.4.2019.
- French, S. P., Barchers, C., & Zhang, W. (2017). How should urban planners be trained to handle Big Data? In *Seeing Cities Through Big Data* (pp. 209-217). Springer, Cham.

Grön, N. (2017). Yksityisyys edellä.

<<https://www.telia.fi/yrityksille/tuotteet/palvelut/crowd-insights/artikkeli/yksityisyys-edella?intcmp=b2b-crowd-insights-marketing-unit-yksityisyys-edella>>. Luettu 22.4.2019.

Gudivada, V. N., Baeza-Yates, R., & Raghavan, V. V. (2015). Big data: Promises and problems. *Computer*, (3), 20-23.

Hao, J., Zhu, J., & Zhong, R. (2015). The rise of big data on urban studies and planning practices in China: Review and open research issues. *Journal of Urban Management*, 4(2), 92-124.

Honkela, T. (2017). *Rauhankone: Tekoälytutkijan testamentti*. Helsinki: Gaudeamus.

Hua, T. (2015). Opening big data for urban innovation.

<<https://www.leekuanyeworldcityprize.com.sg/media/feature-articles/opening-big-data>>. Luettu 22.4.2019.

Ivanov, N., & Gnevanov, M. (2018). Big data: perspectives of using in urban planning and management. *MATEC Web of Conferences* (Vol. 170, p. 01107). EDP Sciences.

Kitchin, R. (2014). The real-time city? Big data and smart urbanism. *GeoJournal*, 79(1), 1-14.

Laney, D. (2001). 3D data management: Controlling data volume, velocity and variety. *META group research note*, 6(70), 1.

Levä, T. (2019). Operaattoridata on jo yhteiskunnan käytössä. *Helsingin Sanomat*. Mielipide, C11. 17.2.2019.

Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C., & Byers, A. H. (2011). *Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity*. 156 s. McKinsey Global Institute

Matikainen, J. (2018). Entä jos jokainen tekosi tallentuisi kameralle ja sinut pisteytettäisiin kansalaisena? Kiinassa se on pian totta. *Yle*. 28.3.2018. <<https://yle.fi/uutiset/3-10135093>>. Luettu 22.4.2019.

- Misra, A., Sharma, A., Gulia, P. & Bana, A. (2014). Big Data: Challenges and Opportunities. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 4(2), pp.41-42.
- Mitä kaupunkisuunnittelu on?* (2017). Tippataituri. <<http://tippataituri.fi/mita-kaupunkisuunnittelu-on/>>. Luettu 22.4.2019.
- Odawara, T., & Kawakami, H. (2013). Using Mobile Spatial Statistics in field of urban planning. *NTT-Docomo Technical Journal*, 14(3), 31-36.
- Offenhuber, D., & Ratti, C. (2014). *Decoding the city: Urbanism in the age of big data*. Birkhäuser.
- Purhonen, S. and Toikka, A. (2016). ”Big datan” haaste ja uudet laskennalliset tekstiaineistojen analyysimenetelmät: esimerkkitapauksena aihehalliianalyysi tasavallan presidenttien uudenvuodenpuheista 1935-2015. *Sosiologia* 53 (2016): 1.
- Ramaprasad, A., Sánchez-Ortiz, A., & Syn, T. (2017, September). A unified definition of a smart city. In *International Conference on Electronic Government* (pp. 13-24). Springer, Cham.
- Salas-Olmedo, M. H. (2018). Tourists' digital footprint in cities: Comparing Big Data sources. *Tourism Management*, 66, pp. 13-25.
- Samarajiva, R. (2015). Big data to improve urban planning. *Economic and Political Weekly*, 50(22), pp. 42-48.
- Schultz, J. (2017). How much data is created on the internet each day? *Micro Focus Blog*, 10. Luettu 22.4.2019.
- Tieteen termipankki*. (2019). Estetiikka: kaupunkisuunnittelu. <<https://tieteentermipankki.fi/wiki/Estetiikka:kaupunkisuunnittelu>>. Luettu 16.4.2019.
- Townsend, A. (2013). *Smart cities: Big data, civic hackers, and the quest for a new utopia*. New York: W.W. Norton & Co.

- Ylén, P., Vainikainen, S., Pelkonen, A., Suominen, A., Mäntylä, M., & Oksanen, J. (2018). Vaikutusten arvioinnin tehostaminen automaattisen tiedonhankinnan ja data-analytiikan avulla. Valtioneuvoston kanslia, <<http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161071>>.
- Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of things for smart cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1), 22-32.